Hervé BOEGLEN, Jonathan LEDY, **Benoît HILT**,
Anne-Marie POUSSARD, Rodolphe VAUZELLE

UM-CRT : Un modèle de canal semi-déterministe pour les VANETs





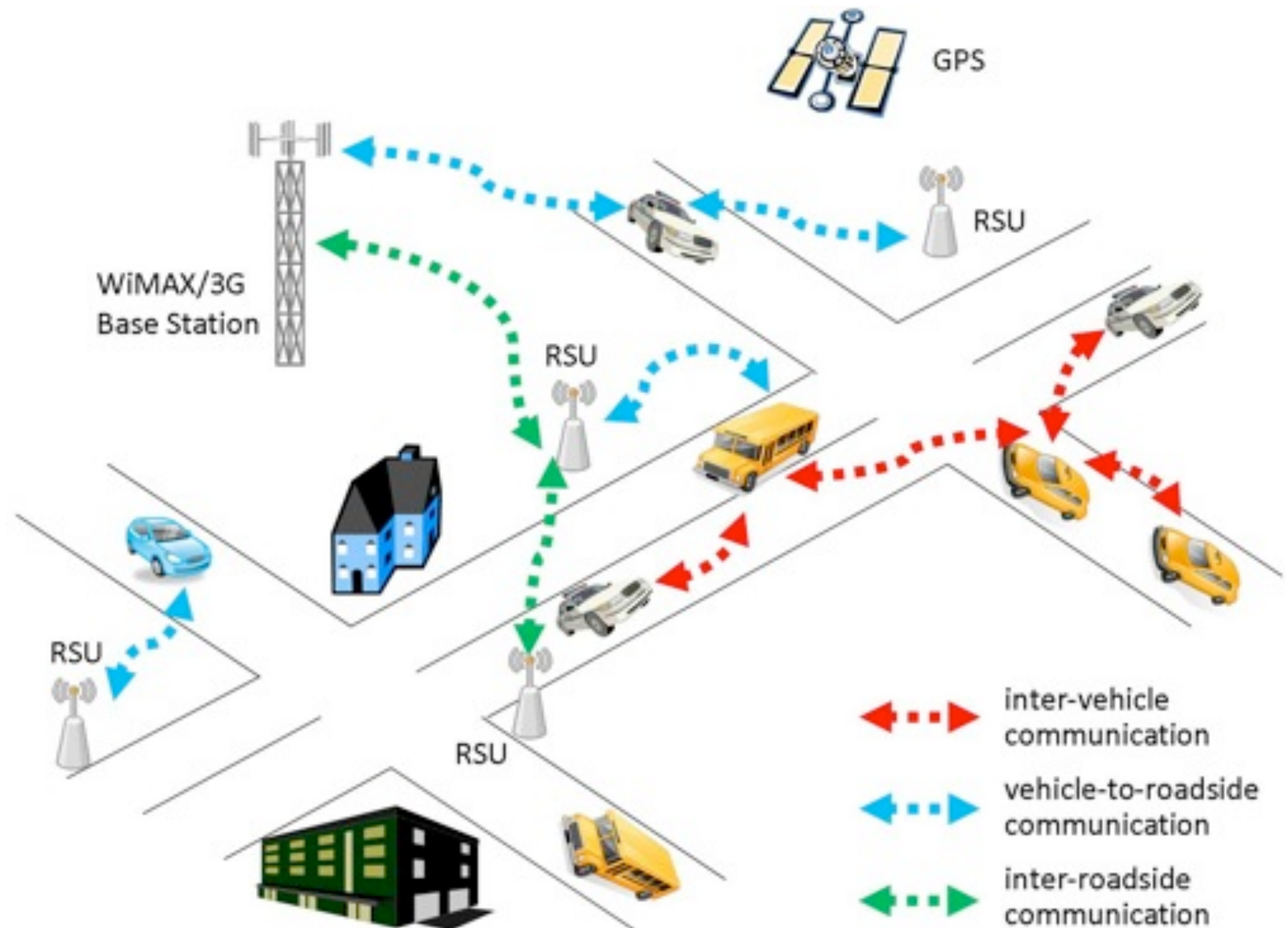
Laboratoire MIPS/GRTC
Université de Haute Alsace, France

Laboratoire XLIM/SIC
Université de Poitiers, France

Journée REVE / Rescom - 24/11/2010 - INSA Lyon

Introduction et Problématique

Un exemple de Vanets



Introduction et Problématique

- Simulateurs
  - Network Simulator 2 (ns-2.31) - Glomosim
  - Network Simulator 3 (ns-3.9) - Qualnet
  - Opnet
- Standards VANETs
  - IEEE 802.11p
- Mobilité spécifique aux VANETs
  - de nombreux modèles de mobilité réalistes & performants
  - peu de modèles de canal satisfaisants...
- Contraintes liés à la forte mobilité
  - prise en compte de l'environnement dans le modèle de propagation,
  - modélisation réaliste du canal de transmission

Introduction et Problématique

- Vers un modèle de canal réaliste pour les VANETs

  - Modèle de canal déterministe (lancé ou tracé de rayon)

    Très réaliste / Beaucoup de calculs ⇨ lent

  - Modèle de canal statistique (WSSUS)

    Peu réaliste / Moins de calculs ⇨ rapide

  Nb : Issu de campagnes de mesures (rares pour les VANETs)

WSSUS: Wide-Sense Stationary Uncorrelated Scattering

- Challenge...

  Associer réalisme et rapidité

  Modèle de canal semi-déterministe

Plan

- 1. Le modèle statistique SCME-UM
  (Spatial Channel Model Extended – Urban Micro)
- 2. Le simulateur déterministe CRT
  (Communication Ray Tracer)
- 3. Contribution : Modèle semi-déterministe UM-CRT
- 4. Evaluation de UM-CRT
- 5. Conclusion et Travaux Futurs

Modèle de canal statistique

- Spatial Channel Model Extended/Urban Micro (SCME)

  - Développé dans le cadre du projet Européen WINNER
  - Simulation de systèmes B3G (Beyond 3G)

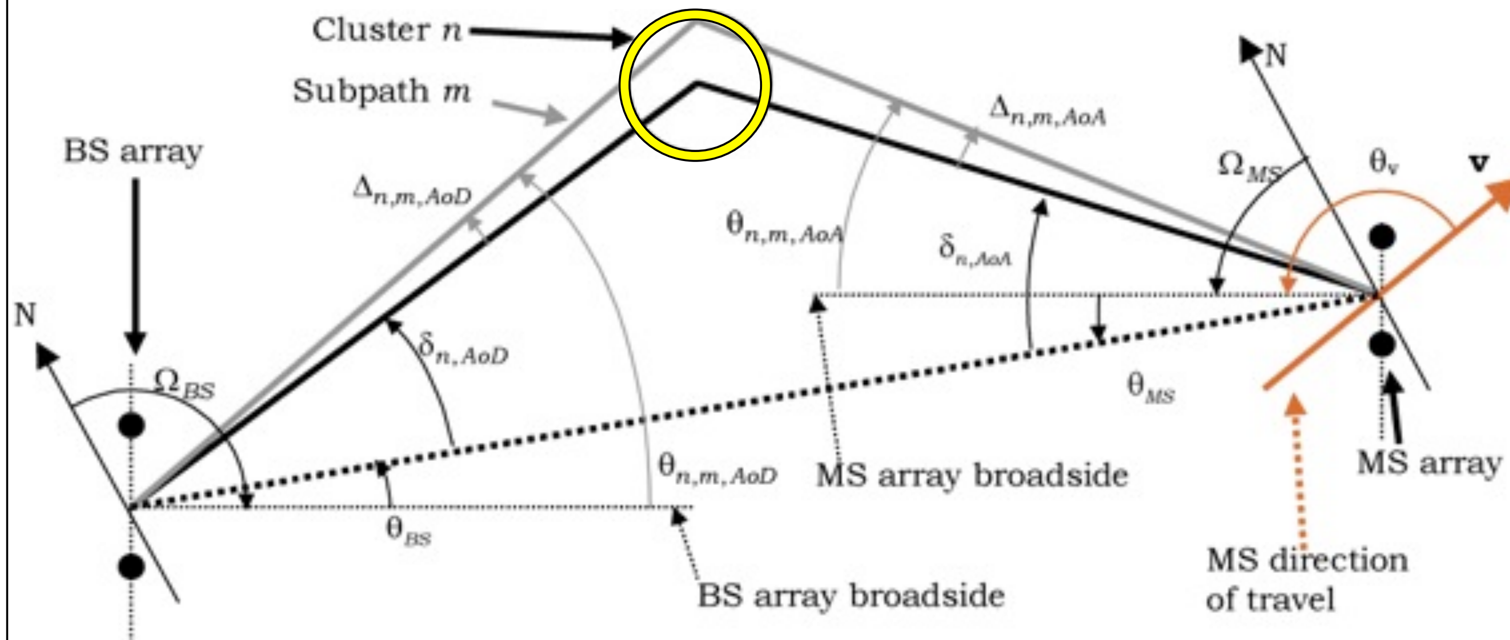
  - Prend nativement en charge la mobilité
  - Plage de fréquence des 5Ghz et 100Mhz de bande passante
  - Supporte 802.11p et 802.11n

  - Permet de simuler 3 types d'environnements:
    - ⇨UrbanMacrocell (Distance entre BS et MS < 3km)
    - ⇨SuburbanMacrocell (Distance entre BS et MS < 3km)
    - ⇨UrbanMicrocell (Distance entre BS et MS < 1km)

  - Modèle géométrique (MIMO)

Modèle de canal statistique

- WINNER : modèle statistique géométrique



- Eléments dispersifs (Clusters) placés de manière stochastique
- Réseaux d'antennes MIMO en émission et réception (BS et MS)
- Prise en compte de la mobilité

Réponse impulsionnelle de SCME, modèle de XU[1]

[(*)Xu et al., *A Generalized Space–Time Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Channel Model*]

$$h_{u,s,n}(t) = \sqrt{\frac{P_n \sigma_{SF}}{M}} \sum_{m=1}^{M} \begin{pmatrix} \sqrt{G_{BS}(\theta_{n,m,AoD})} \exp\left(j\left[kd_s \sin(\theta_{n,m,AoD}) + \Phi_{n,m}\right]\right) \times \\ \sqrt{G_{MS}(\theta_{n,m,AoA})} \exp\left(jkd_u \sin(\theta_{n,m,AoA})\right) \times \\ \exp\left(jk\|\mathbf{v}\|\cos(\theta_{n,m,AoA} - \theta_v)t\right) \end{pmatrix}$$

Simulateur de canal réaliste

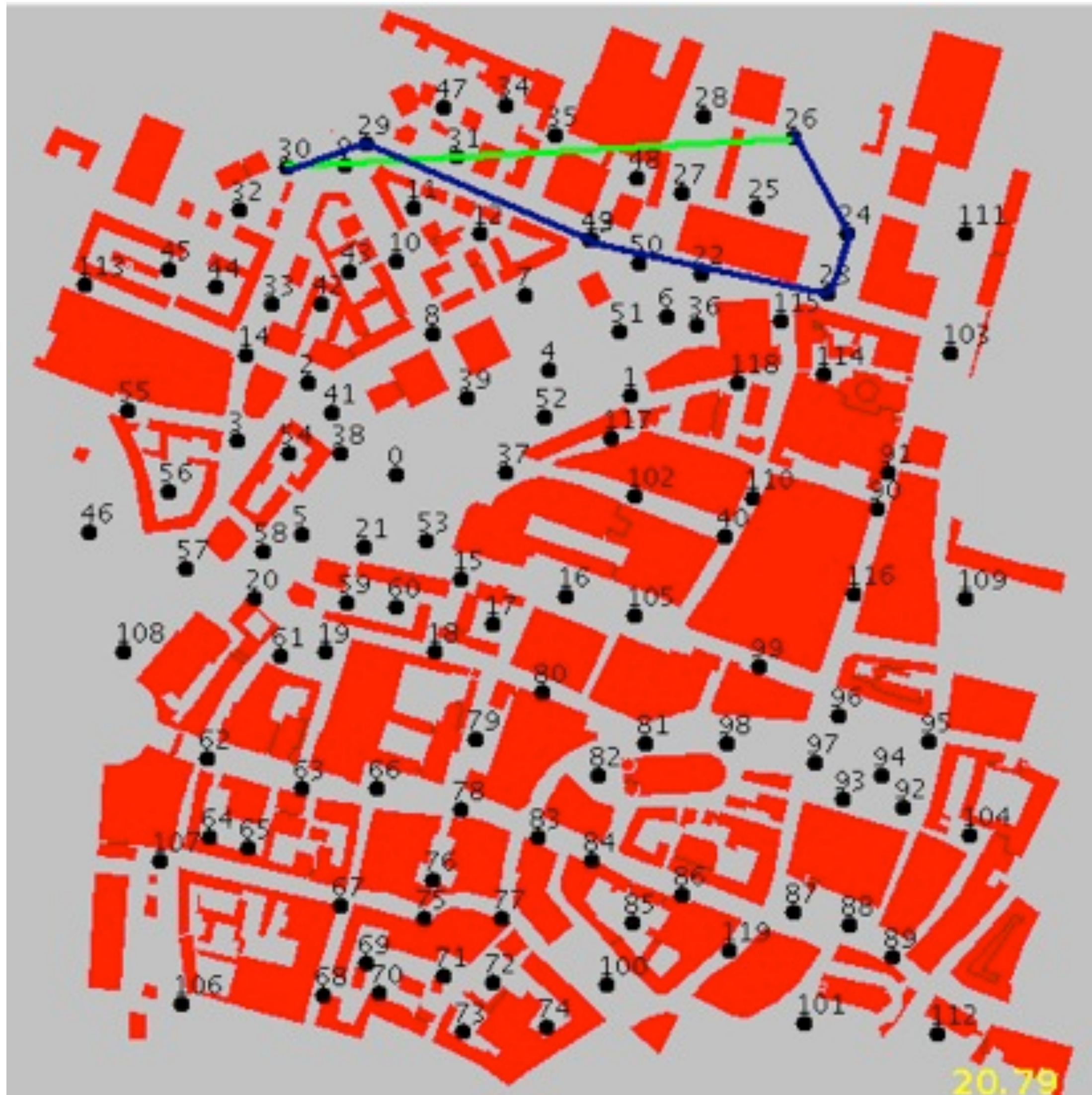
- Communication Ray Tracer (CRT)

- Simulateur de propagation basé sur du Tracé de Rayons multitrajets
- 802.11p et 802.11n implémentés
  - ⇨ Modèle d'erreur réaliste basé sur l'environnement
  - ⇨ Calcul du TEB basé sur les **positions** émetteurs/récepteurs
  - ⇨ TEB associé à chaque paquet transmis


Modèle de couche physique réaliste

- Intégré dans le simulateur ns-2
  - ⇨ Prise en compte de la mobilité
  - ⇨ Gestion de la couche physique

Simulateur de canal réaliste



Exemple
FreeSpace Vs CRT:
SISO, 120 noeuds, 802.11a, 1 communication (simulation ns-2)

Modèle de propagation FreeSpace (1 saut)

Modèle de propagation CRT (5 sauts)

Centre ville de Munich (D), un environnement réaliste.

Synthèse de l'existant

- Modèle statistique
  - Temps de calcul faible
  - Mauvaise prise en compte de l'environnement

  Manque de réalisme pour les simulations VANETs
- Modèle déterministe
  - Temps de calcul important
  - Prise en compte réaliste de l'environnement

  Temps de calcul prohibitif pour les simulations VANETs
- Nécessité de réalisme
  - Impact sur le routage (cf. précédemment)
  - Impact sur tout ce qui est transporté

UM-CRT un modèle semi-déterministe

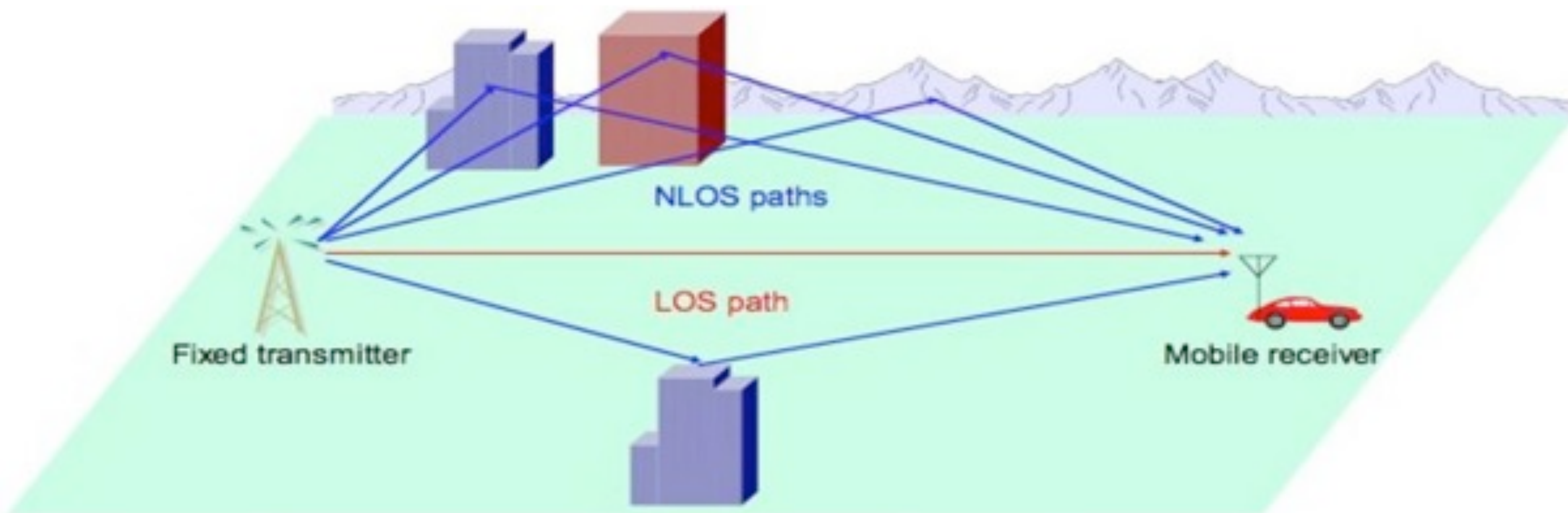
Déterministe: CRT  **Statistique: SCME-UM**

- Prise en compte de l'environnement de propagation déterministe

↳ Calcul réponse impulsionnelle

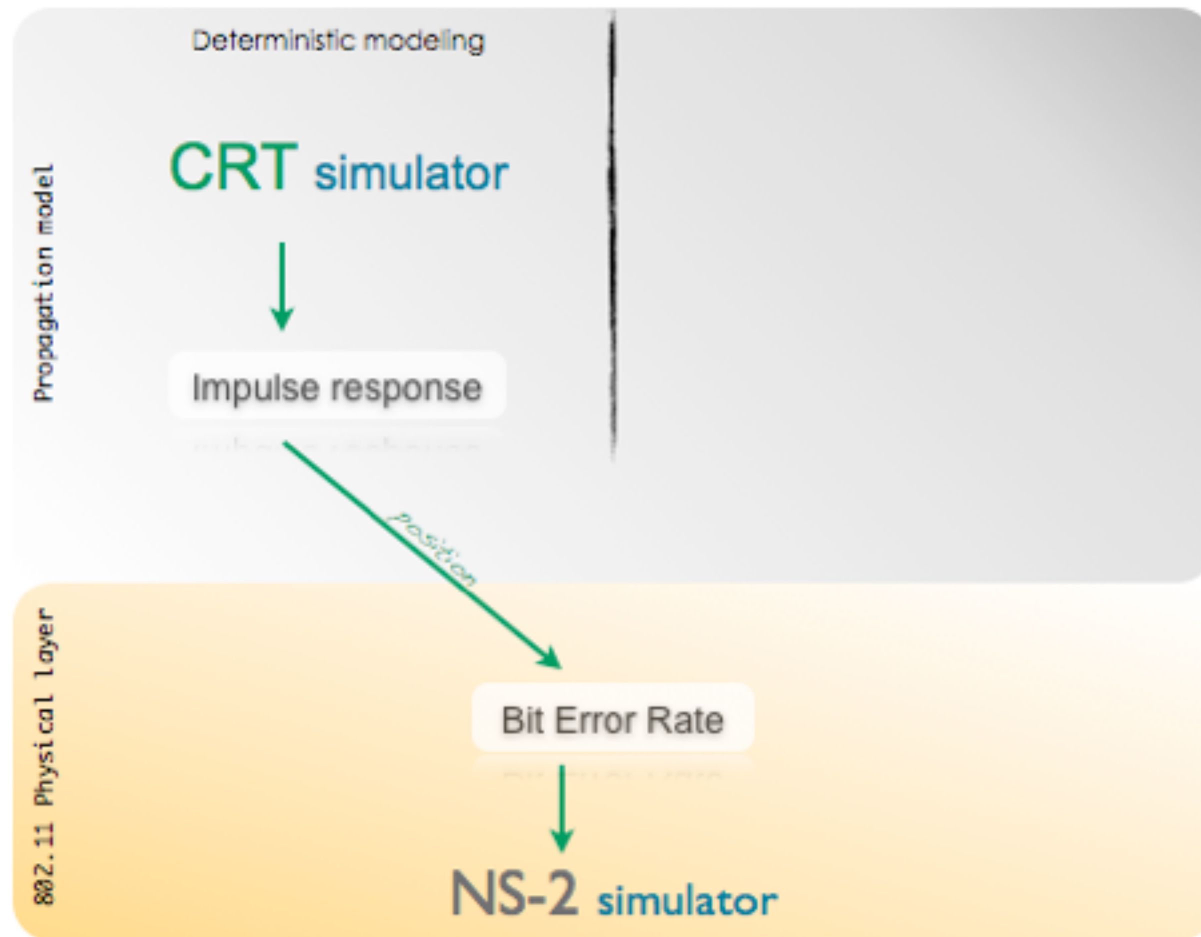
- Modèle statistique paramétrable

↳ Critères provenant de CRT



Première approche, focalisation sur le critère LOS – NLOS.
Modèle intégré au simulateur ns-2.

UM-CRT un modèle semi-déterministe



Couche physique

=

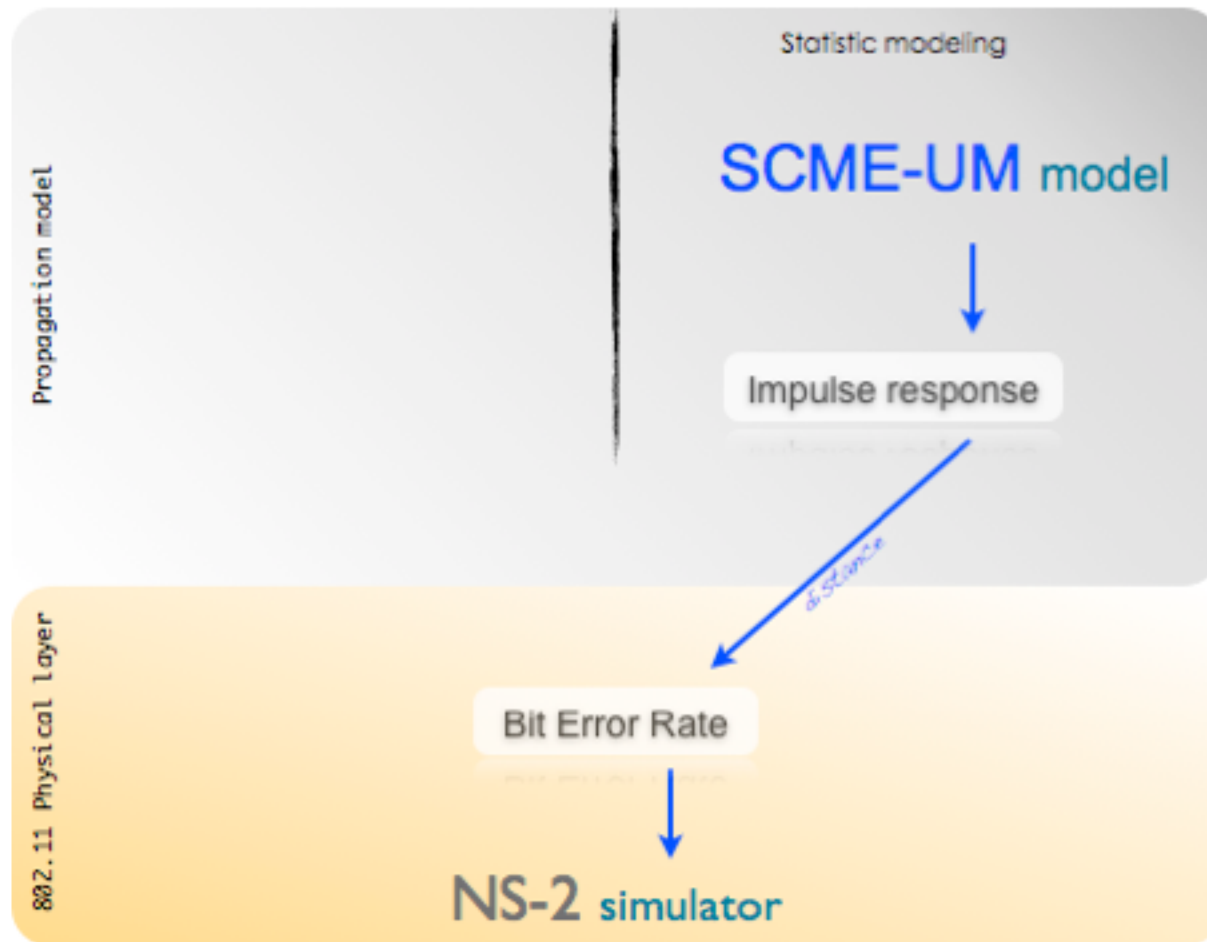
Simulateur CRT
(Déterministe)

+

Modèle d'erreur
(Basé sur les positions)

Simulation de 40s avec 40 noeuds mobiles ⇨ 1 semaine env.

UM-CRT un modèle semi-déterministe



Couche physique

=

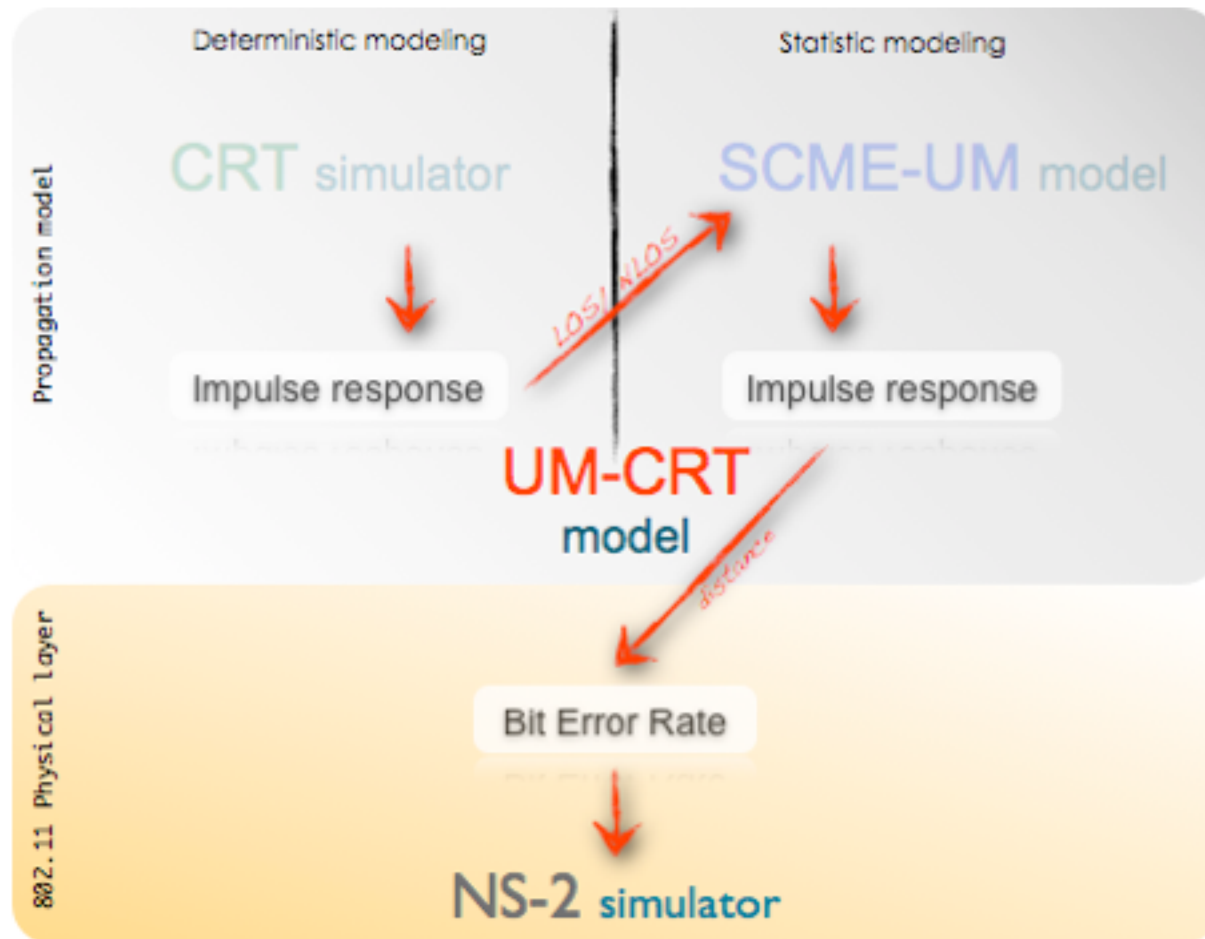
Modèle SCME-UM
(Statistique)

+

Modèle d'erreur
(Basé sur les distances)

Simulation de 40s avec 40 noeuds mobiles ⇨1 heure env.

UM-CRT un modèle semi-déterministe

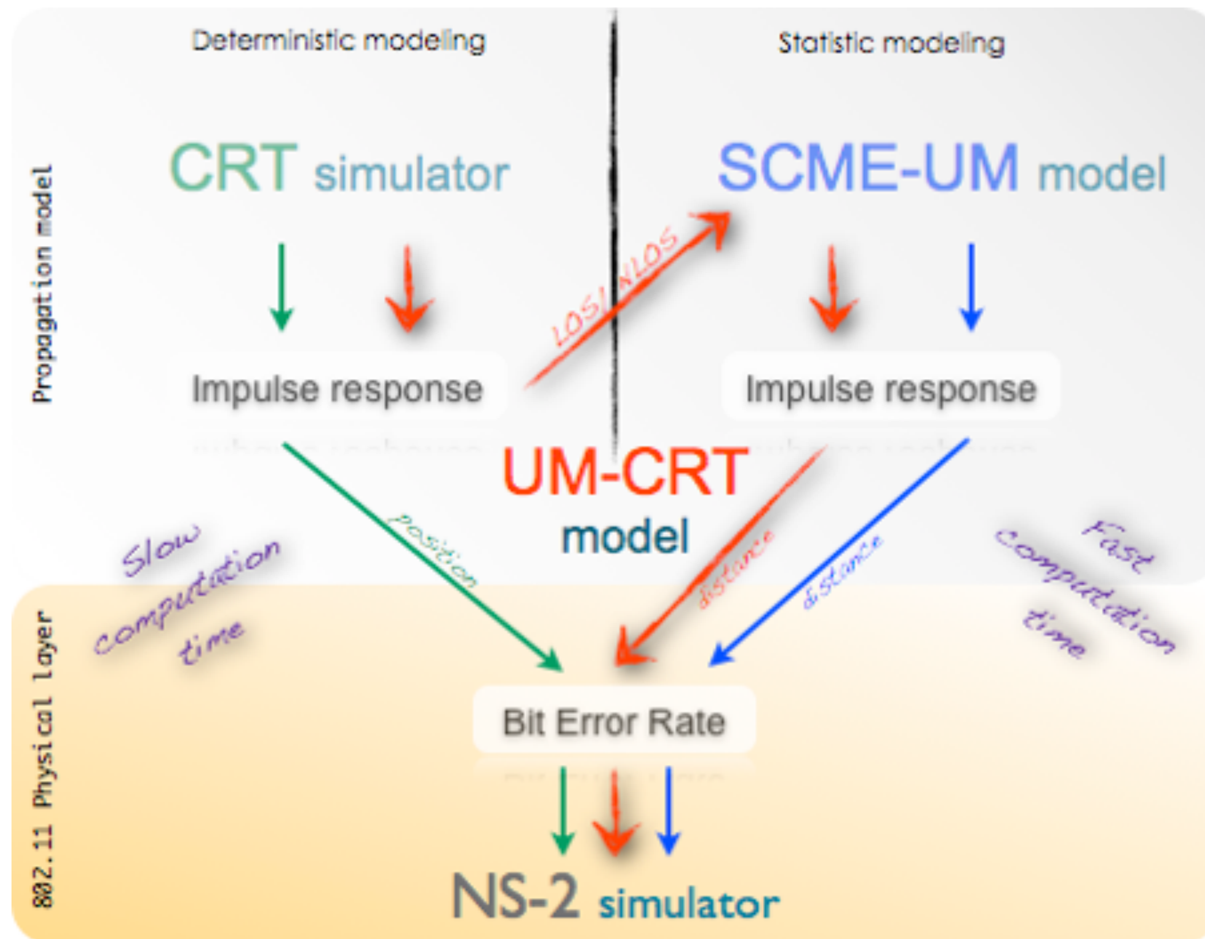


Couche physique

=

Simulateur CRT
(Déterministe)
+
Modèle SCME-UM
(Statistique)
+
Modèle d'erreur
(Basé sur les distances)

UM-CRT un modèle semi-déterministe



Modèle UM-CRT

=

Avantage de CRT
(Déterminisme)

+

Avantage de SCME-UM
(Vitesse de calcul)

Simulation de 40s avec 40 noeuds mobiles ⇨ 1 heure env. pour la première, 3min. pour les suivantes...

UM-CRT : mode d'emploi...

- Phase 1: Pré-traitement

  - Calcul de la réponse impulsionnelle complète

    ⇨ Prise en compte réaliste de l'environnement

    ⇨ Temps de calcul important

  - Calcul du TEB basé sur les distances émetteurs - récepteurs

    ⇨ Temps de calcul important

- Phase 2: Simulation

  - TEB associé à chaque paquet transmis en fonction de la distance et du critère LOS-NLOS entre l'émetteur et le récepteur

    ⇨ Temps de calcul faible

Evaluation du modèle UM-CRT

- Evaluation par comparaison
  - Se rapprocher au maximum de la réalité
- Modèle de référence
  - Modèle purement déterministe CRT
- Critères d'évaluations
  - Taux de paquets reçus
  - Nb de sauts

Rque: Le modèle purement statistique ne permet pas de comparaison pertinente car il ne prend pas en compte l'environnement. En fonction de son paramétrage il donne des taux de paquets reçus qui sont soit nuls (0%) soit proches de la perfection (~99%).

Evaluation du modèle UM-CRT

- 5 Scénarii VANETs

Scénario	Nb véhicules	Vitesse (m/s)	Nb communications
1	40	0	3
2	40	4	3
3	40	8	3
4	10	8	3
5	40	8	1

- 2 Modèles de canal :
  - CRT
  - UM-CRT
- 2 Stratégies de Transmission :
  - SISO
  - MIMO
- 2 Critères d'évaluation:
  - Taux de paquet reçus
  - Nombre moyen de sauts



Evaluation du modèle UM-CRT (SISO)

Observations

Convergence des résultats

- Scénarii 2,3 et 5

Divergence des résultats

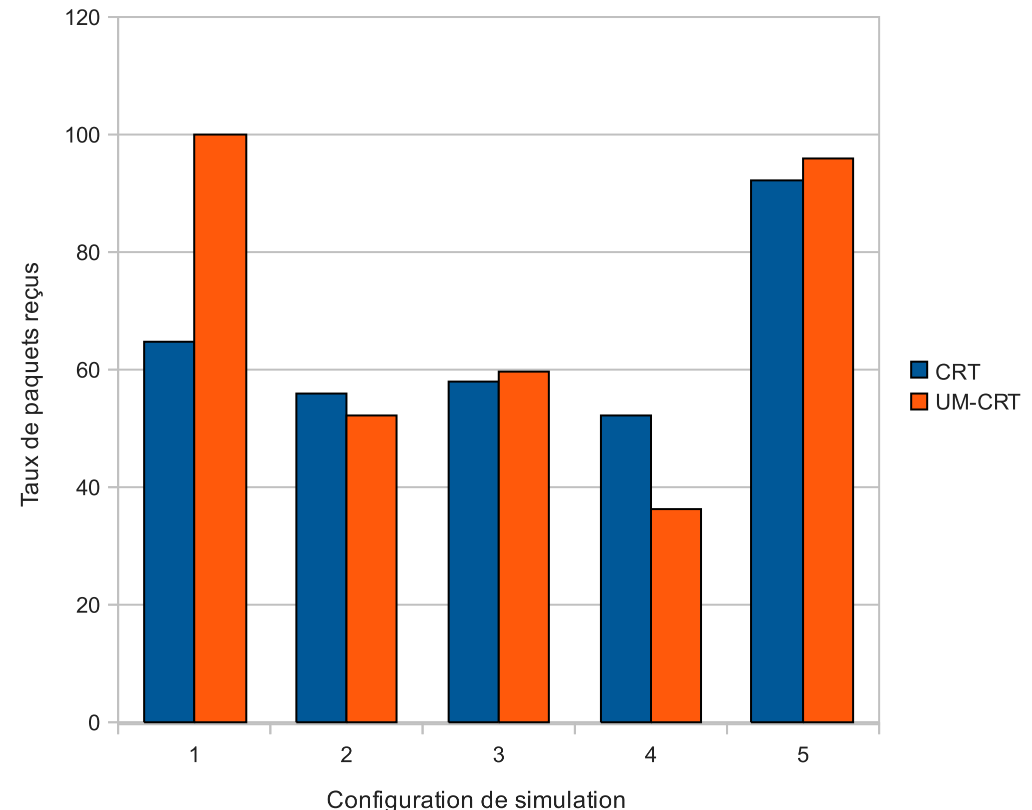
- Scénarii 1et 4

Interprétations

⇨Plus la vitesse augmente, plus les résultats convergent. (Cf. 1, 2 et 3)

⇨Plus le nb de noeuds est faible, plus ils divergent. (Cf. 4)

⇨Le nb de communications ne semble pas impacter l'évaluation. (Cf. 5)



Le taux de paquets reçu reste constant lorsque la vitesse augmente.

Evaluation du modèle UM-CRT (SISO)

Observations

Convergence des résultats

- Scénarii 1, 2, 3 et 5

Divergence des résultats

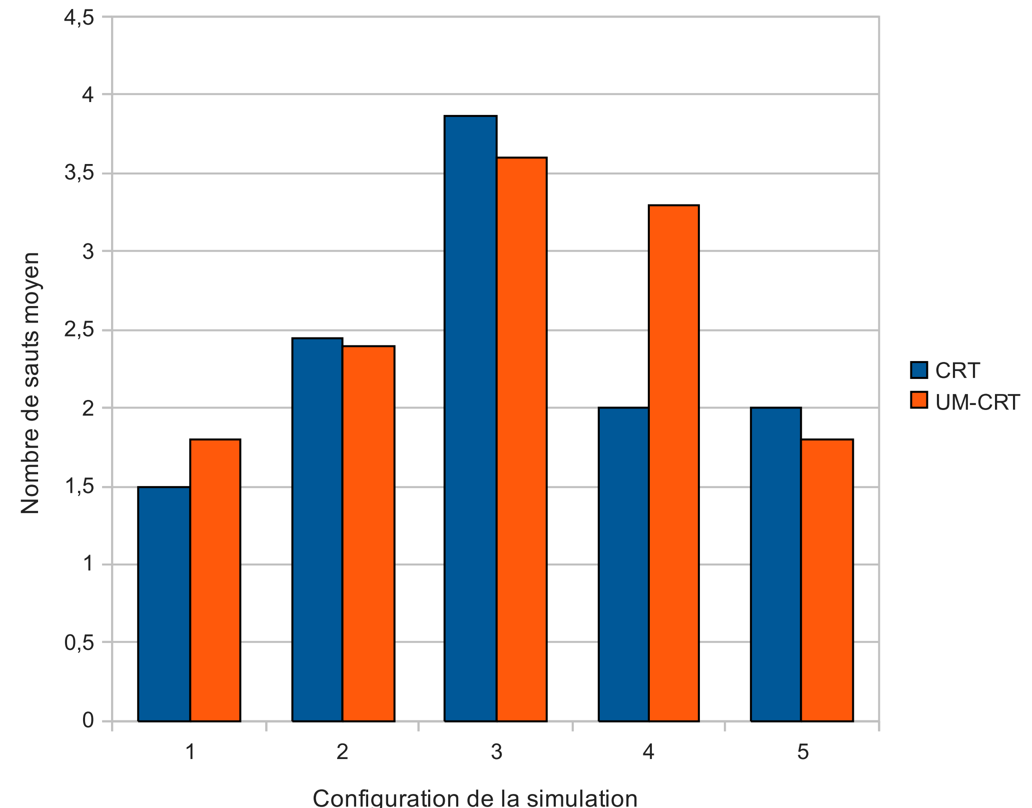
- Scénario 4

Interprétations

⇨La vitesse n'empêche pas la convergence des résultats. (Cf. 1, 2 et 3)

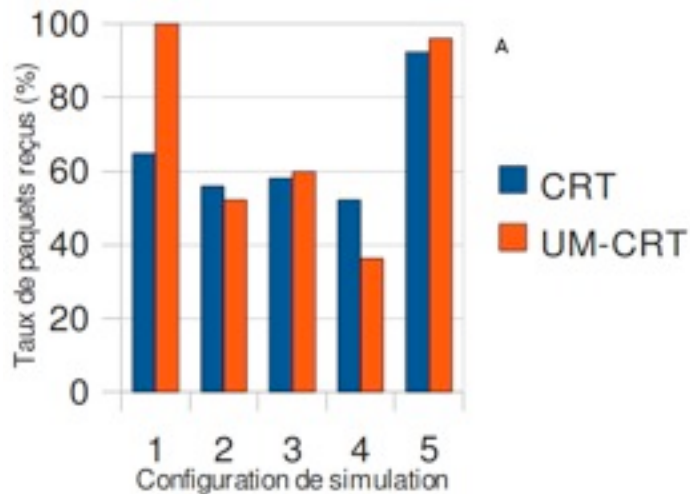
⇨Plus le nb de noeuds diminue, plus les résultats divergent. (Cf. 4)

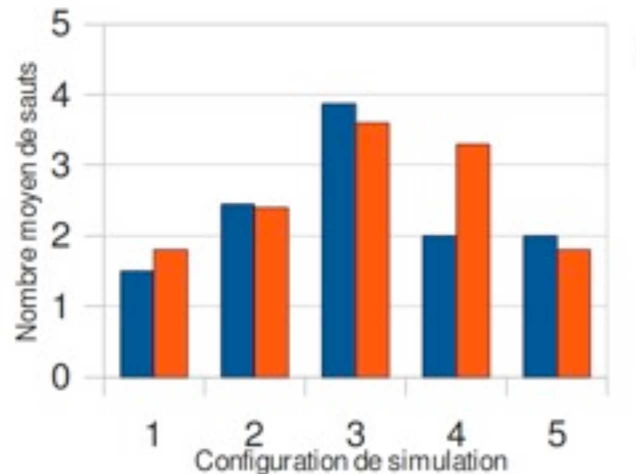
⇨Le nb de communications ne semble pas impacter l'évaluation (Cf. 5)



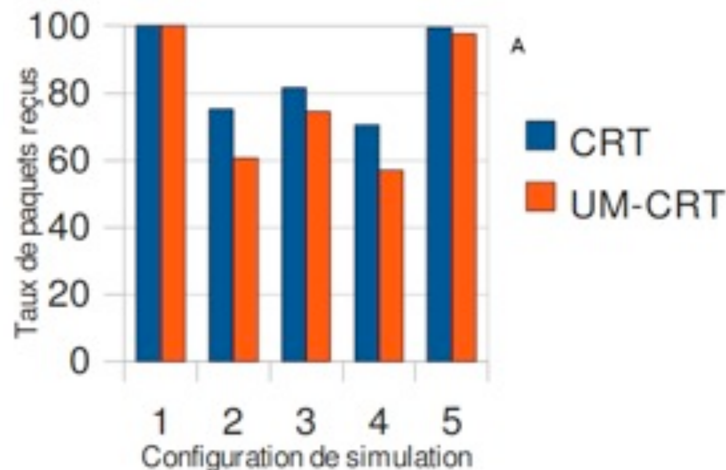
Le nb de sauts augmente lorsque la vitesse augmente.

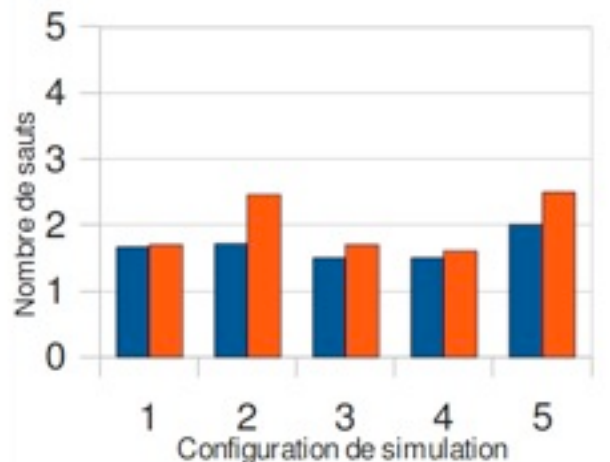
Evaluation du modèle UM-CRT (SISO/MISO)





Tx paquets reçus (A) SISO⇧ MIMO⇩ Nb moyen de sauts (B)





Le cas MIMO confirme les résultats du cas SISO

Plus la vitesse et le nombre de noeuds sont importants, plus les résultats convergent

Adapté pour les VANETs.

Evaluation du modèle UM-CRT (SISO/MISO)

- Modèle UM-CRT
  - Adapté pour les VANETs

  \+ déplacements rapides & + densité elevée = meilleurs résultats
  - Réalisme + Temps de calcul raisonables
  - SISO / MIMO
  - Intégré dans ns-2

Perspectives

- Réduction du temps de pré-traitement
- Prise en compte de critères autres que LOS/NLOS
- Validation statistique du modèle
- Intégration à ns-3

Questions

Merci pour votre attention...

